

ЛИТЕРАТУРА:

1. Кириллов И.А. Обеспечение водородной безопасности на атомных электростанциях с водоохлаждаемыми реакторными установками. Современное состояние проблемы. [Электронный ресурс].- Режим доступа: http://blog.secnrs.ru/wp-content/uploads/2017/07/hydrogen_safety.pdf, свободный. – Загл. с экрана.
2. Инструкция по эксплуатации системы контроля и аварийного удаления водорода в гермообъеме энергоблока №5 НВАЭС №5.2. СКАУВ.ИЭ
3. Воробьев В.В. Расчет влияния отравления на производительность пассивного каталитического рекомбинатора водорода. [Электронный ресурс].- Режим доступа: <http://www.gidropress.podolsk.ru/files/proceedings/mntk2017/documents/mntk2017-137.pdf>, свободный. – Загл. с экрана.
4. Shapiro Z.M., Moffette T.R. Hydrogen flammability data and application to PWR loss-of-coolant accident

Научный руководитель: С.В. Лавриненко, старший преподаватель, каф. АТЭС ЭНИН ТПУ.

ОПИСАНИЕ И ПРИМЕНЕНИЕ ГАЗОВАКУУМНОГО КОНТУРА

И.Н. Нурболова

Государственный университет имени Шакарима города Семей

Газовая система входит в состав технологических систем реактора и предназначена для создания и поддержания в газовой полости реактора гелиевой среды, контроля давления газовой среды, обеспечения безопасных условий при проведении ремонтных и профилактических работ, а также наполнения реактора гелием или азотом, отбора проб для химических анализов и радиометрических измерений. Газовая система состоит из:

1. Газовакуумного контура. Газовакуумный контур предназначен для вакуумирования газовой полости реактора при подготовке к заполнению ее гелием, обеспечения циркуляции воздуха через газовые полости реактора при выполнении работ, связанных с разгерметизацией реактора.
2. Систем предохранительных клапанов. Система предохранительных клапанов предназначена для защиты корпуса от превышения давления. Система предохранительных клапанов включает в себя предохранительные – электромагнитные клапаны, управляемые двумя электроконтактными манометрами. Клапаны взводятся (закрываются) при подготовке к пуску, при проверке схемы управления и сигнализации, а также проверке герметичности этих клапанов. При увеличении давления в газовой полости реактора выше значения $16 \cdot 10^{-2}$ кгс/см² срабатывает предупредительная световая и звуковая сигнализация. А при

достижении $35 \cdot 10^{-2}$ кгс/см² срабатывает аварийная защита реактора и электромагнитные клапаны открываются (сбрасываются) [1].

3. Систем измерения давления. Система измерения давления предназначена для измерения абсолютного и избыточного давления, отбора проб газа из газовой полости реактора для проведения химических анализов. Система измерения давления включает в себя следующие элементы: систему подпитки реактора гелием, линию для отбора проб, фильтр Петрянова, трубопровода и запорной арматуры, и контрольно измерительные приборы;
4. Систем флегматизации. Система флегматизации предназначена для снижения температуры кладки и вытеснения кислорода во время пуска или в процессе пускового расхолаживания.

В состав системы флегматизации входит: клапан предохранительный, для предотвращения повышения давления; трубопровод; запорная арматура; контрольно измерительные приборы [2].

Газовакуумный контур состоит из вакуумных насосов (рисунок 1), предназначенных для вакуумирования газовой полости реактора, маслоотстойника, газодувок, контрольно измерительных приборов, пульта управления насосами, газодувками, фильтра Петрянова, предохраняющего оборудование контура от загрязнения аэрозолями (до уровня удельной активности 10^{-4} Ки/л), трубопроводов и запорной арматуры, сбросного трубопровода с фильтрами (16 штук) и выбросной трубы для выброса в атмосферу газовых аэрозолей из газовой полости реактора. В выбросной трубе установлен гамма датчик, системы гамма-газового контроля с предварительным отбором газа на измерение газовой активности. Из выхлопного трубопровода газ направляется в сбросной трубопровод, откуда после очистки фильтров (16 штук) поступает в выбросную трубу. Газовая система предусматривает сбор газа в выхлопную систему пневмогидравлические системы стенда через вентиль ВН-710 [3].

Остаточное содержание кислорода в газовой полости реактора после заполнения ее гелием должно быть не более 0,01 % (объемных). Избыточное давление, поддерживаемое в газовой полости реактора, должно быть в пределах от $4,1 \cdot 10^{-3}$ до $6,8 \cdot 10^{-3}$ МПа.

Рабочее давление трубопроводов и арматуры составляет 3 кгс/см^2 (0,3 МПа), а рабочее давление корпуса реактора от $2,5 \cdot 10^{-2}$ до $35 \cdot 10^{-2}$ кгс/см² (от $2,5 \cdot 10^{-3}$ до $35 \cdot 10^{-3}$ МПа).

Циркуляция воздуха через газовые полости реактора при разгерметизации реактора осуществляется газодувками ГАЗ-1, ГАЗ-2. При работе газодувок в газовой полости реактора поддерживается постоянное разрежение. Поток воздуха, направляемый внутрь газовой полости реактора, предотвращает проникновение аэрозолей и газообразных продуктов деления в рабочие помещения. Технологическая схема газовакуумного реактора не исключает попадания в рабочие полости газодувок масла и воды из выхлопного трубопровода в случае выброса этих продуктов вакуумными насосами. Включение газодувок в работу при наличии в корпусе масла или воды может привести к поломке лопаток рабочего колеса или перегрузке и выходу из строя электродвигателей. Для преду-

преждедния полонки к нижним точкам корпусов ГАЗ-1 и ГАЗ-2 подсоединены дренажные трубопроводы с вентилями ВН-24 и ВН-25 Общая производительность газодувок:

- для одной газодувки на 1 скорости.....55,5 л/с;
- для одной газодувки на 2 скорости 111 л/с;
- для двух газодувок на 1 скорости111 л/с;
- для двух газодувок на 2 скорости222 л/с.

Максимальное разрежение, создаваемое газодувками $16,3 \cdot 10^{-3}$ МПа. Электрическая схема питания газодувок обеспечивает их работу на двух режимах, различающихся производительностью и создаваемым разрежением:

- режим 2 включается при вскрытии центрального экспериментального канала;
- режим 1 включается во всех остальных случаях.

Режим работы газодувок определяется размерами вскрываемого отверстия в корпусе реактора и степени загрязненности газовой полости реактора [4].

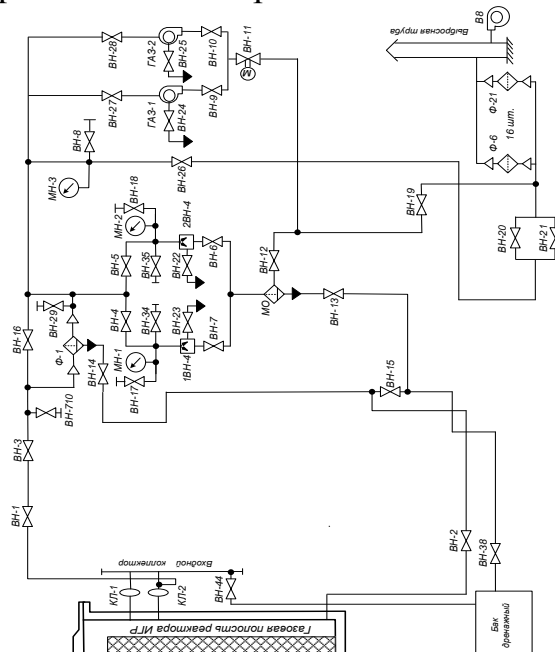


Рис. 1. Устройство и работа газовакуумного контура

Газовакуумный контур состоит из:

- вакуумных насосов 1ВН-4 и 2ВН-4, предназначенных для вакуумирования газовой полости реактора при подготовке реактора к пускам;
- маслоотстойника, препятствующего проникновению масла в выпускные трубопроводы контура. Объем маслоотстойника составляет 1 м^3 ;
- контрольно измерительных приборов (мановакуумметров МН-1, МН-2, МН-3);
- пульта управления насосами, газодувками и запорной арматуры;
- фильтра Петрянова Ф-2, предохраняющего оборудование контура от загрязнения аэрозолями и другими радиоактивными элементами (до уровня удельной активности 10^{-4} Ки/л);

- сбросного трубопровода с фильтрами Ф-6 ÷ Ф-21 (16 шт);
- выбросной трубы для выброса в атмосферу газовых аэрозолей из газовой полости реактора.

Всасывающий трубопровод вакуумных насосов 1ВН-4 (2ВН-2) подсоединенный коллектору, который сообщается с газовой полостью реактора и входным коллектором электромагнитного клапана через последовательное расположение:

- змеевик, погруженный в основной бак и обеспечивающий охлаждение газа, поступающего в контур;
- фильтр Ф-1. Предусмотрено байпасирование Ф-1 по обводному трубопроводу с вентилем ВН-16. Дренаживание в случае попадания масла или влаги из полости Ф-1 осуществляется по сливному трубопроводу, соединяющему нижнюю точку Ф-1 с трубопроводом дренажного контура водяной системы реактора, через вентили ВН-14 и ВН-15 [5].

К всасывающему трубопроводу подсоединены:

- вакуумные насосы 1ВН-4, 2ВН-4 и вентили ВН-4 и ВН-5;
- газодувки ГАЗ-1, ГАЗ-2 и вентили ВН-27 и ВН-28;
- вентиль ВН-29, предназначенный для наполнения воздухом всасывающего трубопровода насосом 1ВН-4, 2ВН-4.

В процессе работы корпуса вакуумных насосов 1ВН-4, 2ВН-4 охлаждаются водой основного контура водяной системы реактора. Подключение трубопровода охлаждения осуществляется вентилями ВН-81 и ВН-82. Трубопроводы сепараторов вакуумных насосов 1ВН-4, 2ВН-4 через вентили ВН-7 и ВН-6, соединены с маслоотстойником, препятствующим проникновению масла в выхлопные трубопроводы контура. Накопившееся в маслоотстойник, масло через вентиль ВН-13 удаляется по дренажному трубопроводу в дренажный бак. Газ из маслоотстойника направляется через вентиль ВН-12 в выхлопной трубопровод, к которому подсоединены:

- выхлопы газодувок ГАЗ-1 и ГАЗ-2 через вентили ВН-9, ВН-10, ВН-11;
- выхлоп вентиляции надбункерного помещения через вентили ВН-108 и ВН-19.

Заключение:

Газовакуумный контур обеспечивает технически правильную и безопасную эксплуатацию реактора, предназначена для охлаждения корпуса реактора и ампул экспериментальных каналов, вакуумирования и наполнения газовой полости реактора, в которой размещена активная зона и отражатель, инертным газом - гелием.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Емельянов И. Я. Предпринимательство в России: конструирование ядерных реакторов. - М.: Энергоиздат, 1982.- 400 с.
2. Камерон И. Предпринимательство в России: ядерные реакторы. - М.: Энергоатомиздат, 1987.- 127-135с.

3. Кенжин, Е. А. Исследования радиационного разогрева материалов,
4. используемых в реакторостроении // Вестник НЯЦ РК.- 2009.- N 2.- С. 158-163.
5. Комплекс исследовательского реактора ИГР. Технологический регламент. АК.65000.02.104 Д (2014 г.).
6. Реактор ИГР. Газовая система. Руководство по эксплуатации АК.65000.01.710 РЭ (2011 г.).

Научный руководитель: М.К. Жамбаева, магистр технических наук, преподаватель кафедры «Техническая физика и теплоэнергетика», Государственный университет имени Шакарима города Семей, Казахстан.

ИССЛЕДОВАНИЕ МИКРОСТРУКТУРЫ И МИКРОТВЕРДОСТИ ПОЛУЧЕННЫХ ОБРАЗЦОВ СИЛИЦИРОВАННОГО ГРАФИТА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СОСТАВА

Г.Е. Торехан

Государственный университет имени Шакарима города Семей

В настоящее время при производстве, разработке и внедрении прогрессивных технологий и новой техники важным аспектом научно-технического прогресса является поиск новых способов получения материалов и изделий с заданными или принципиально новыми свойствами. Одним из широко применяемых и востребованных керамических материалов в мире и в нашей стране является силицированный графит.

Силицированный графит – это высокотвёрдый, эрозионно- и коррозионностойкий материал, состоящий из карбида кремния, углерода и кремния [1,4]. Силицированный графит широко используется в металлургической, химической, нефтедобывающей и нефтеперерабатывающей отраслях промышленности Казахстана. Также он находит свое применение в качестве узлов трения (уплотнительные кольца, подпятники, подшипники скольжения) в насосах, реакторах, сепараторах и другом оборудовании [5]. Однако главным направлением применения подобных материалов является ядерная энергетика [4]. Поэтому исследование различных свойств этого материала является весьма актуальной задачей. Целью настоящей работы является исследование изготовленных образцов силицированного графита, полученных методом порошковой металлургии с использованием компонентов на основе отходов промышленного производства.

В качестве исходных материалов для получения силицированного графита были использованы технический углерод (сажа) ГОСТ 7885-86 и кварцевый песок ГОСТ 22551-77. Предложенная технология получения силицированного графита включает в себя следующие основные стадии: подготовку сырьевых материалов (измельчение, смешение компонентов), прессование и спекание. Данные операции выполняются с использованием следующего оборудования: вибрационный стол FRITSCH, на который последовательно устанавливается